Opinião de Especialistas

www.e-oftalmo.cbo.com.br

doi> http://dx.doi.org/10.17545/e-oftalmo.cbo/2016.53

Técnicas de imagem do segmento anterior na avaliação do ângulo da câmara anterior

Anterior segment imaging for anterior chamber angle assessment

Examen de imagen del segmento anterior para el análisis del ángulo de la cámara anterior

Lisandro Massanori Sakata. Universidade Federal do Paraná - UFPR, Curitiba, PR - Brasil. zmsakata@yahoo.com.br

RESUMO

Objetivo: Rever e atualizar os métodos disponíveis para a avaliação do ângulo da câmara anterior (ACA). Métodos: Analisamos e discutimos os achados mais significativos encontrados em uma seleção de artigos publicados sobre ACA e fizemos uma análise crítica de cada método. Resultados: A gonioscopia é o exame-padrão de referência mundial para ACA. Pelo fato de nenhuma outra técnica de exame permitir a diferenciação adequada entre fechamento de ângulo aposicional e fechamento de ângulo sinequial, a gonioscopia de indentação é essencial para decidir o manejo clínico mais adequado. Técnicas de imagem, como a biomicroscopia ultrassônica e a tomografia de coerência ótica do segmento anterior são modalidades úteis e promissoras para a avaliação de ACA; no entanto, os oftalmologistas necessitam de imagens de boa qualidade e compreensão das particularidades e limitações inerentes a estas técnicas para que possam interpretar corretamente os resultados. Conclusão: As tecnologias de imagem podem contribuir significativamente para a avaliação clínica do ACA; no entanto, estudos longitudinais devem ser realizados para determinar os valores relativos dos achados no manejo de pacientes com fechamento do ângulo. Até que isso seja feito, nenhuma destas técnicas de imagem poderá substituir a gonioscopia como exame-padrão de referência.

Palavras-Chave:
Gonioscopia;
Câmara anterior;
Glaucoma de Ângulo Fechado.

ABSTRACT

Objective: To review and update the available methods for evaluating the anterior chamber angle (ACA). Methods: We analyzed and discussed the main findings of selected published articles on ACA assessment and performed a critical review of each method. Results: Gonioscopy is the reference standard examination for evaluation of ACA. Because no other examination technique permits appropriate differentiation between apposition and synechial angle closure, indentation gonioscopy is essential to determine proper clinical management decisions. Imaging techniques such as ultrasound biomicroscopy and anterior segment-optical coherence tomography are useful and promising modalities for ACA assessment; however, ophthalmologists need to look for good-quality images and understand the particularities and inherent limitations of these techniques for proper interpretation of the results. Conclusion: Imaging technologies may represent an important adjunct for the clinical assessment of ACA; however, longitudinal studies should be performed to determine the relative values of their findings in the management of patients with angle closure. Until then, none of these imaging techniques can replace gonioscopy as the reference standard examination.

Keywords:
Gonioscopy;
Anterior Chamber;
Glaucoma, Angle-Closure.

RESUMEN

Objetivo: revisar y proveer información actualizada de los métodos disponibles para el análisis del ángulo de la cámara anterior (ACA). Métodos: se han analizado y debatido los principales hallazgos de artículos seleccionados acerca de la evaluación del ACA y se ha hecho una revisión crítica de cada método. Resultados: la gonioscopía es el examen estándar de referencia mundial para la evaluación del ACA. Si se considera que no hay otra técnica de examinación que permita la distinción adecuada entre el cierre aposicional y el sinequial, se concluye que la gonioscopía de indentación es esencial para determinar las decisiones de control clínico adecuadas. Técnicas de imagen, tales como la ultrasonografía biomicroscópica y la tomografía de coherencia óptica del segmento anterior son métodos útiles y proficuos para una evaluación del ACA. Sin embargo, los oftalmólogos deben de buscar imágenes de buena calidad, además de comprender los detalles y limitaciones propias de esas técnicas para que puedan interpretar los resultados de modo conveniente. Conclusión: las tecnologías de imagen pueden representar un auxilio de relieve para la actualización clínica del ACA. Sin embargo, estudios longitudinales deben de realizarse para que se determinen los valores relativos de los hallazgos en el control de pacientes con cierre angular. Hasta ese entonces, ninguna de esas técnicas de imagen puede sustituir la gonioscopía en su rol de examen estándar de referencia.

Palabras Clave:
Gonioscopía;
Cámara anterior;
Glaucoma de Ángulo Cerrado.

Fonte de financiamento: declaro não haver.
Parecer CEP: não se aplica.
Conflito de interesses: declaro não haver.
Recebido em: 11/05/2016
Aprovado em: 11/05/2016

Como citar: Sakata L. M. Técnicas de imagem do segmento anterior na avaliação do ângulo da câmara anterior. e-Oftalmo.CBO: Rev Dig Oftalmol. 2016;2(2):1-14. http://dx.doi.org/10.17545/e-oftalmo.cbo/2016.53

INTRODUÇÃO

O glaucoma primário de ângulo fechado (GAF) é um tipo de glaucoma que prejudica a visão e é responsável por cerca da metade dos casos de cegueira causados por essa doença em nível mundial.[1,2,3,4,5] O fechamento do ângulo da câmara anterior (ACA) parece ser a anormalidade primária que desencadeia a elevação da pressão intraocular (PIO) e a neuropatia ótica glaucomatosa.[6] O contato entre a íris periférica e a malha trabecular pode prejudicar a drenagem do humor aquoso da câmara anterior através de mecanismos pré-trabeculares devido à obstrução mecânica da malha trabecular funcional pela íris periférica e/ou por alterações de nível ultra-estrutural da malha trabecular devido à fricção ou aposição prolongada da íris contra a parede do ângulo.[7]

Assim, é provável que o contato da íris com o trabéculo seja um fator de risco importante no desenvolvimento desta doença. A detecção do fechamento angular aposicional (temporário) é um passo essencial na prevenção da cegueira resultante do GAF, pois intervenções tais como a iridotomia podem interromper o processo de fechamento angular, na maioria dos casos, impedindo o desenvolvimento de neuropatia ótica glaucomatosa.

Diante desta informação, fica evidente a importância de uma avaliação rápida, confiável e reprodutível do ACA. No entanto, a realização dessa avaliação pode representar um grande desafio na prática clínica diária. O objetivo deste estudo foi rever e atualizar os métodos disponíveis para a avaliação do ACA.

Gonioscopia: o exame-padrão atual de referência

Atualmente, o exame-padrão de referência para avaliar a configuração do ACA é a gonioscopia indireta, que pode ser fácil e rapidamente realizada por oftalmologistas adequadamente treinados. A gonioscopia é um exame de baixo custo, uma vez que não requer equipamento sofisticado. Ela permite a visão direta de uma parte ampla do ângulo, bem como a identificação de pontos de referência anatômicos (como a linha de Schwalbe, a porção posterior da malha trabecular pigmentada e o esporão escleral) que permitem uma interpretação adequada do estado de abertura do ACA.

Ainda mais importante é o fato de que a parte dinâmica desse exame permite diferenciar entre o fechamento de ângulo aposicional (temporário) e o sinequial (permanente). Essa diferenciação é essencial para determinar o manejo clínico adequado. Até o presente, nenhuma tecnologia, exceto a gonioscopia de indentação, é capaz de diferenciar o fechamento do ângulo aposicional do sinequial.

Entretanto, a gonioscopia tem muitas limitações. Ela requer habilidade e experiência consideráveis e a avaliação do ACA pode ser afetada por muitas variáveis. A pressão das lentes de gonioscopia no globo (indentação inadvertida) e a exposição das pupilas à luz durante o exame (miose) podem levar a uma superestimação da abertura do ângulo, resultando em subdetecção de olhos em risco de fechamento angular. A avaliação da abertura do ACA é subjetiva e a documentação dos achados pode ser difícil. Estudos têm revelado que até profissionais experientes demonstraram concordância apenas moderada ao determinar a largura do ângulo.[8,9] Além disso, a gonioscopia não é realizada por muitos oftalmologistas na prática clínica rotineira, ou então é realizada inadequadamente.

Por causa das dificuldades e limitações do padrão de referência, outros métodos foram desenvolvidos na tentativa de obter medições mais objetivas do ACA. A biomicroscopia ultrassônica (UBM), o sistema de imagem Scheimpflug e a tomografia de coerência ótica de segmento anterior (AS-OCT) são capazes de processar imagens em alta resolução do segmento anterior, com o potencial para serem utilizadas na avaliação da morfologia da córnea,[10,11] para planejar o dimensionamento das lentes intra-oculares fácicas, [12,13] e para avaliar a morfologia das bolhas pós-trabeculectomia.[14,15,16] Além disso, estes dispositivos são capazes de realizar medições objetivas do ACA e fornecer uma maneira simples de documentar a configuração do ACA. Este estudo provê uma breve descrição dessas técnicas e uma revisão de seus papéis na avaliação do ACA.

Sistema de Imagem Scheimpflug

Os sistemas Scheimpflug, tais como o Pentacam (Oculus, Lynwood, WA, EUA) e o Galilei (Ziemer, Wood River, IL, EUA), permitem adquirir imagens do segmento anterior usando uma câmara perpendicular ao feixe de fenda, o que permite a aquisição rápida de imagens do segmento anterior do olho. Esta técnica é muito útil nos cuidados oftalmológicos, particularmente na avaliação da córnea.

Além disso, como função auxiliar, os sistemas Scheimpflug são capazes de obter medições gerais da câmara anterior (profundidade da câmara anterior central, área da câmara anterior e volume da câmara anterior) com um valor diagnóstico razoável na identificação de olhos em risco de fechamento angular. Deve-se ressaltar que medições da profundidade da câmara anterior podem ser obtidas utilizando dispositivos mais simples e que olhos em risco de fechamento angular identificados por este método devem ser avaliados por uma gonioscopia adequada.

No entanto, sistemas de imagem Scheimpflug são muito limitados para a avaliação do ACA. Esses sistemas utilizam a luz visível durante o processo de criação de imagens, o que pode causar miose e levar à superestimação da largura do ângulo. Porém, a principal desvantagem é que as características das imagens obtidas na região do ângulo não permitem a identificação de estruturas anatômicas (isto é, esporão escleral), e, portanto, a interpretação do estado da abertura do ângulo simplesmente não pode ser feita adequadamente em muitos olhos com ângulos estreitos ou fechados. Portanto, sistemas de imagem Scheimpflug não são adequados para a avaliação do ACA.

Biomicroscopia Ultrassônica

A UBM foi apresentada por Pavlin et al. em 1991; e representa um método não invasivo para a obtenção de imagens em alta resolução do segmento anterior do olho. Geralmente, dispositivos de UBM têm transdutores ultrassônicos lineares de alta frequência (50 MHz) que emitem ondas sonoras através dos tecidos oculares, com uma profundidade de penetração de 5,5 mm e detecta os reflexos dessas ondas nas interfaces do tecido.[17] Assim, a UBM é capaz de obter imagens transversais in vivo de estruturas do segmento anterior do olho com resoluções axiais e transversais de aproximadamente 25 µm e 50 µm, respectivamente.[18,19]

A avaliação por UBM requer técnicas de imersão. A sonda do dispositivo deve ser imersa numa solução salina, a qual é usualmente mantida num pequeno cálice ocular de acrílico transparente posicionado entre as pálpebras. O exame é realizado geralmente em decúbito dorsal, mas versões recentes desta tecnologia permitem que o exame seja realizado na posição sentada. Além disso, as versões mais recentes são capazes de adquirir imagens limbo a limbo. No entanto, do ponto de vista do paciente, a UBM é um método relativamente desagradável e demorado em comparação com os métodos de imagem sem contato.

Comparado com a AS-OCT, a obtenção de imagens de boa qualidade através da UBM é altamente dependente das habilidades do examinador. Para uma correta avaliação morfológica do ACA, imagens de UBM devem ser captadas numa incidência perpendicular às estruturas que se pretende avaliar. Um arco duplo sobre a córnea é um dos sinais que indicam que a imagem foi obtida adequadamente (Figura 1). Quanto à avaliação do ângulo, a seção radial congelada do ângulo de drenagem deve procurar incluir um esporão escleral bem definido, o que é importante para uma interpretação adequada da abertura do ACA.
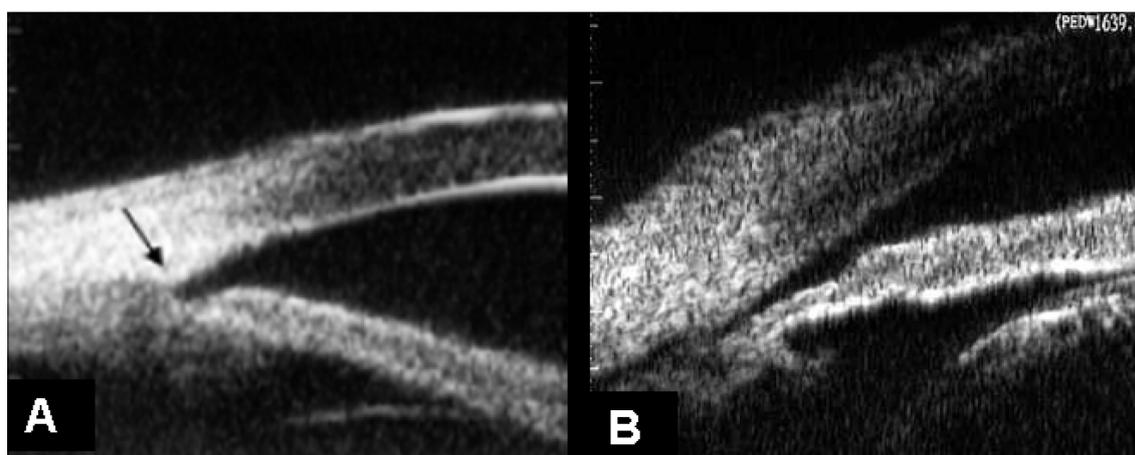
FIGURA 1. Imagem do ângulo da câmara anterior captada por biomicroscopia ultrassônica.
Na Figura A, o arco duplo sobre a córnea indica que a imagem foi captada de maneira perpendicular às estruturas que se deseja avaliar e a seta indica o local do esporão escleral.
Na Figura B, não há arco duplo na córnea e a imagem pode não representar a morfologia real do ângulo da câmara anterior.

No entanto, quando devidamente adquiridas, as imagens de UBM podem fornecer informações de alta qualidade sobre a abertura do ACA. Além disso, a UBM é atualmente a única técnica capaz de captar as estruturas atrás da íris (isto é, os processos ciliares e os cistos irianos), enquanto as ondas de luz utilizadas em AS-OCT são bloqueadas pela esclera e pelo epitélio pigmentar da íris.

Tomografia de Coerência Ótica do Segmento Anterior

A OCT foi primeiramente relatada em 1991,[20] e utilizada em oftalmologia para captar imagens do segmento posterior do olho. De forma análoga ao ultrassom, esta tecnologia gera imagens transversais in vivo de tecidos; porém, utiliza ondas de luz para obter o perfil de refletividade da estrutura em investigação. A AS-OCT é um método rápido e sem contato para captar imagens do ACA em tempo real.

A OCT de segmento posterior utiliza um diodo super luminescente de 830 nm como fonte de emissão de luz e nenhum meio de contato é necessário para obter as imagens.[21,22] O comprimento de onda de luz utilizado na AS-OCT foi alterado para 1310 nm, uma vez que isto permite uma maior penetração através de estruturas oculares dispersoras de luz, tais como a esclera e a íris, resultando numa visualização mais detalhada da morfologia do ACA.[23,24,25]

Em especial, a luz usada nos sistemas AS-OCT não pode produzir imagens do segmento anterior através das pálpebras. Assim, as pálpebras superiores e inferiores devem ser cuidadosamente movidas para fora do caminho antes de se obter imagens de AS-OCT do ACA superior e inferior, respectivamente.

Após a aquisição, as imagens obtidas em ambos os dispositivos devem ser processadas através de software personalizado. Esse software de processamento de imagem (software de dewarping) compensa a transição dos índices de refração da interface ar-lágrima e também os diferentes índices de grupo no ar, córnea e humor aquoso, para que as dimensões físicas das imagens sejam corrigidas.[12]

Estão disponíveis diversas técnicas de OCT para captar imagens do segmento anterior:

- OCT por domínio de tempo (TD): Visante OCT (Carl-Zeiss Meditec, Dublin, CA, USA); OCT por lâmpada de fenda (SL) (Heidelberg Engineering, Heidelberg, Alemanha)
- OCT por domínio de transformada de Fourier (FD: Cirrus (Carl-Zeiss Meditec); Spectralis (Heidelberg Engineering); RTvue OCT (Oculus Technology, Wynwood, WA, USA)
- OCT por varredura de fonte (SS): Casia SS-1000 OCT (Tomey, Nagoia, Japão); Topcon DRI (Topcon Corp, Tóquio, Japão)

A técnica de TD AS-OCT obtem 2000 A-scans por segundo, com uma resolução máxima de 60–75 µm e resolução axial de 10–25 µm, sendo capaz de gerar imagens limbo-a-limbo da câmara anterior. A desvantagem é que tais dispositivos foram desenvolvidos para prover imagens de OCT apenas do segmento anterior e não do segmento posterior.

Os dispositivos de FD-OCT encontram-se amplamente disponíveis no Brasil, e são capazes de gerar imagens de ambos os segmentos do olho, posterior e anterior. A velocidade de digitalização varia de acordo com o tipo de dispositivo: 26.000 A-scans por segundo para o Optovue; 27.000 A-scans por segundo para o Cirrus; e 40.000 A-scans por segundo para o Spectralis. Esses dispositivos são capazes de fornecer imagens limbo a limbo do ACA com resolução normal, bem como imagens em alta resolução de um único quadrante do ACA (Figuras 2-4). No entanto, até onde sabemos até o momento, nenhum dos três dispositivos tem software de dewarping incorporado para imagens de OCT do ACA em alta resolução. Assim, os pacientes precisam mudar a posição de seus olhos, de modo a manter o feixe de OCT de maneira perpendicular à área de interesse, para que o ACA fique centrado na imagem impressa.
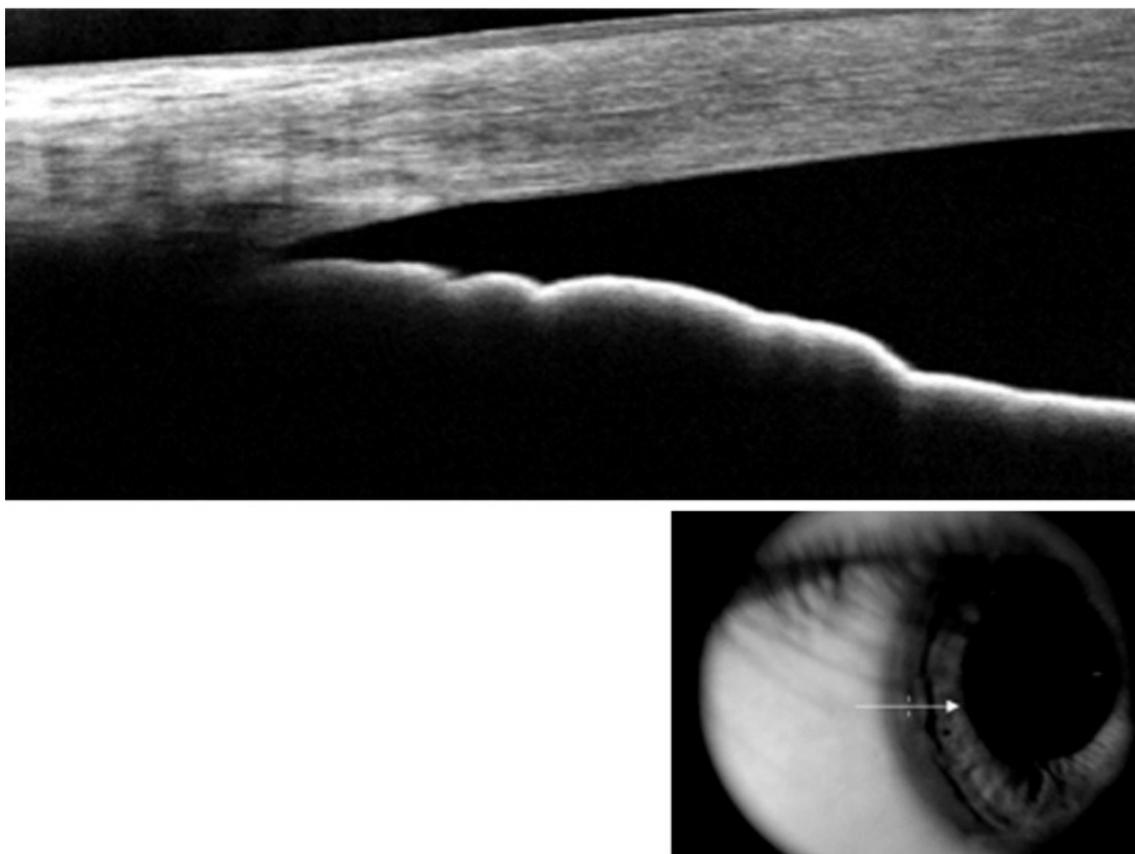
FIGURA 2. Imagem transversal em alta definição de um ângulo aberto, captada por tomografia de coerência ótica de domínio de transformada de Fourier com um dispositivo Optovue (Cortesia do Dr. Tin Aung,– Instituto de Pesquisas Oculares de Singapura).
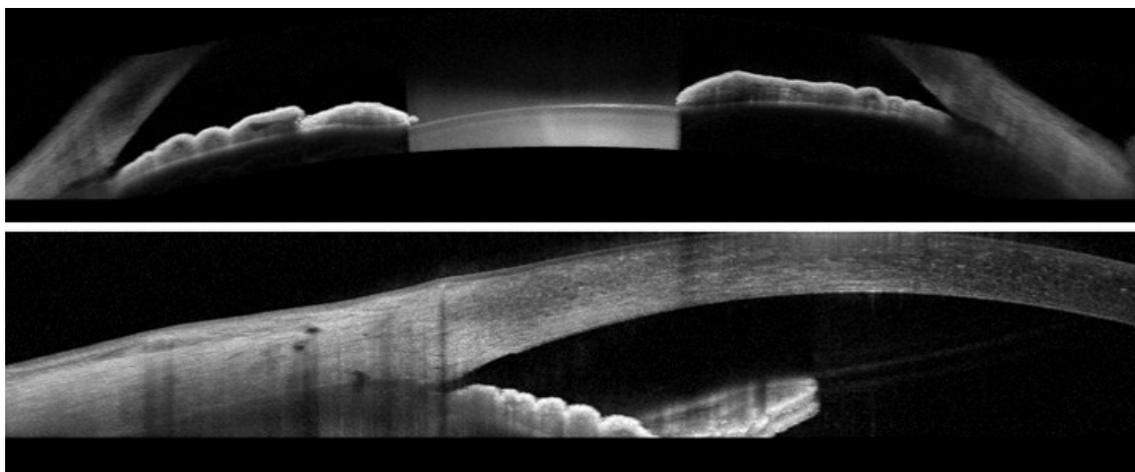
FIGURA 3. Imagem transversal limbo a limbo (em cima) e imagem em alta definição (embaixo) de um ângulo aberto, captadas por tomografia de coerência ótica de domínio de transformada de Fourier com um dispositivo Spectralis (Cortesia do Dr. Tin Aung, Instituto de Pesquisas Oculares de Singapura).
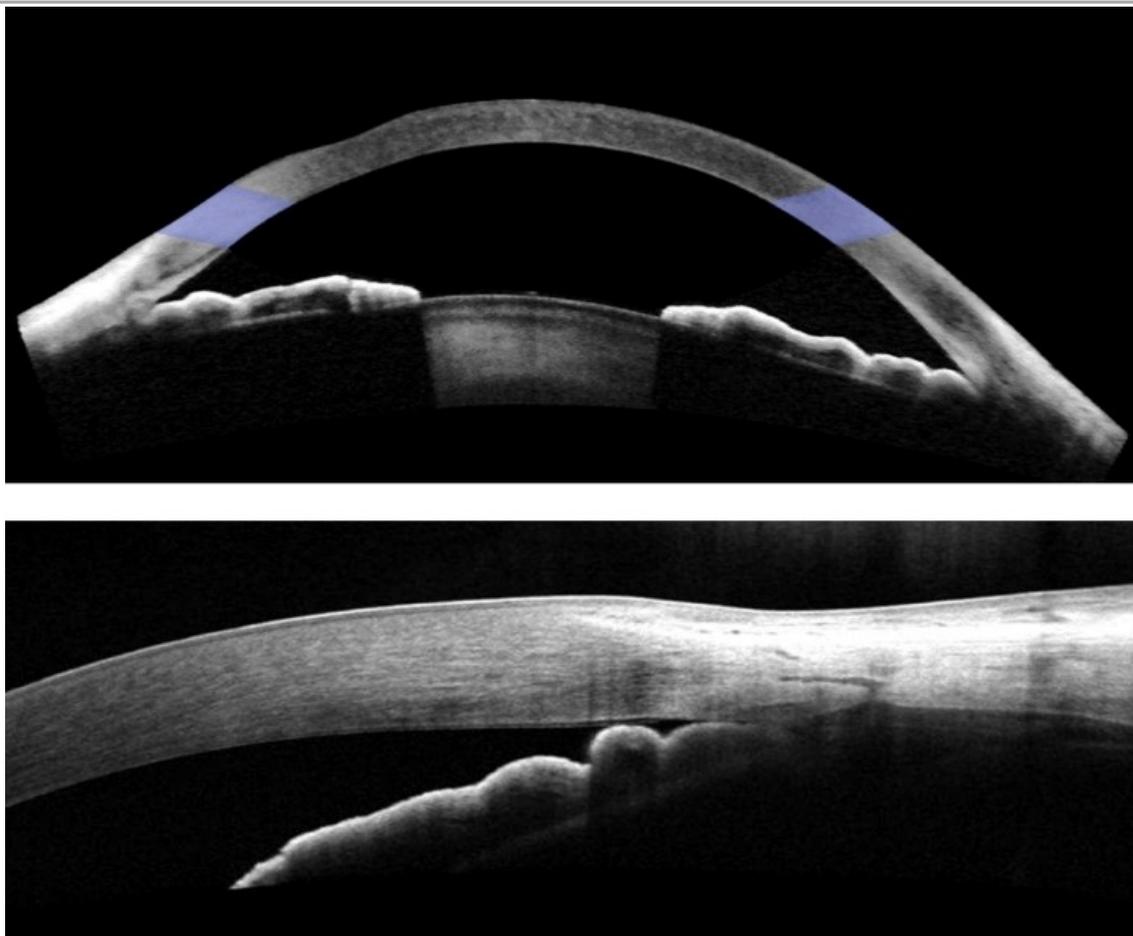
FIGURA 4. Imagem transversal limbo a limbo (em cima) e imagem em alta definição (embaixo) de um ângulo fechado, captadas por tomografia de coerência ótica de domínio de transformada de Fourier com um dispositivo Cirrus (Cortesia do Dr. Tin Aung, Instituto de Pesquisas Oculares de Singapura).

A técnica de AS-OCT mais recente disponível é a SS-OCT. Enquanto o dispositivo Casia foi concebido para gerar imagens apenas do segmento anterior, o Topcon DRI é capaz de prover imagens de ambos os segmentos, anterior e posterior. A resolução da imagem do Casia OCT pode chegar a 10 micra (axial) e 30 micra (transversal), com uma velocidade de digitalização de 100.000-450.000 A-scans por segundo. Ele é capaz de fazer a varredura completa de 360° do ACA em apenas alguns segundos, além de fornecer imagens limbo a limbo, imagens do ACA em alta resolução e reconstrução tridimensional (3D) do ACA (Figura 5).
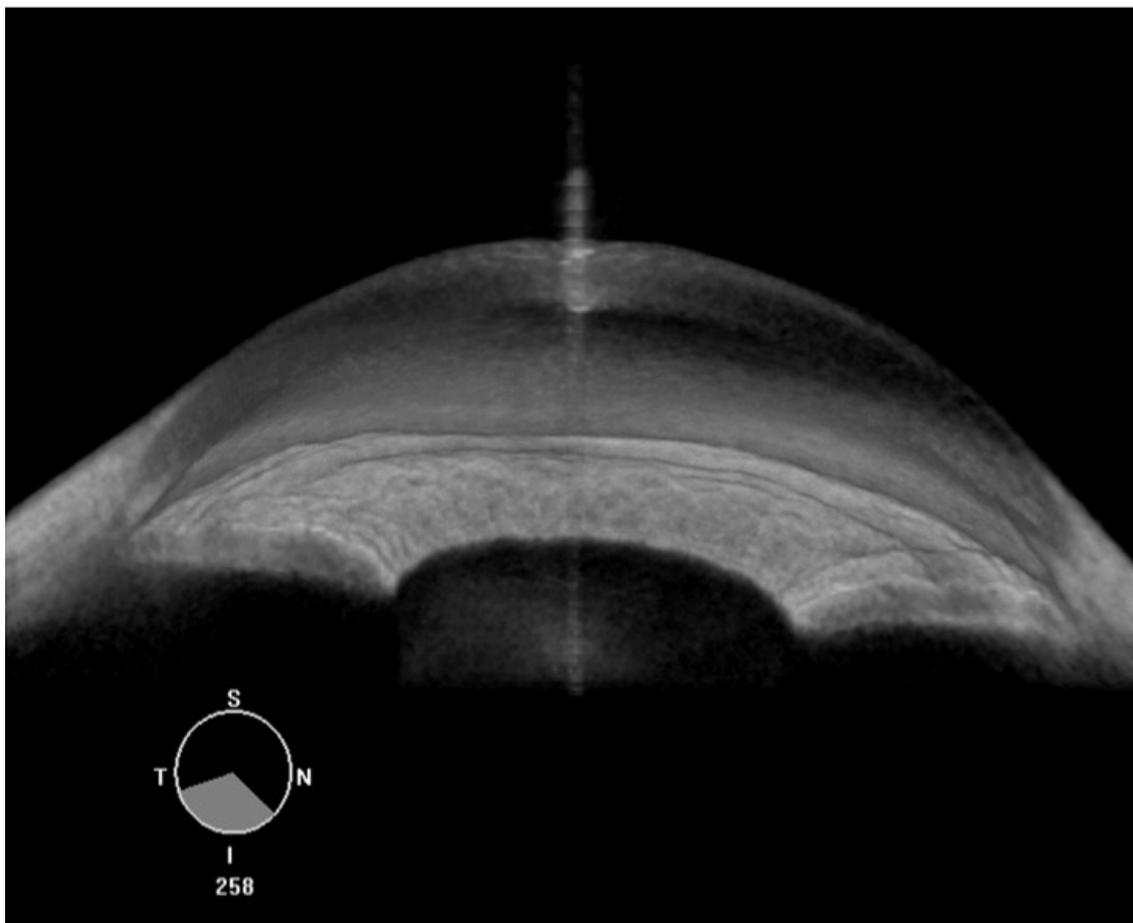
FIGURA 5. Reconstrução tridimensional de imagem da câmara anterior captada por tomografia de coerência ótica (OCT), usando o dispositivo Casia de OCT por varredura de fonte (Cortesia do Dr. Tin Aung, Instituto de Pesquisas Oculares de Singapura)

Interpretação de Imagens e Pontos Anatômicos de Referência

As imagens do ACA captadas por AS-OCT podem ser avaliadas qualitativamente através da determinação subjetiva dos estados aberto ou fechado do ACA e quantitativamente pela medição objetiva dos parâmetros do ACA.

De forma semelhante à análise de imagens por UBM, a interpretação da configuração (qualitativa e quantitativa) do ACA em imagens captadas por AS-OCT depende da determinação da localização do esporão escleral. Este está localizado na parte mais larga da esclera,[19] geralmente aparecendo como uma protrusão da esclera para dentro no local de inserção de algumas das fibras do feixe longitudinal do músculo ciliar. É um ponto de referência anatômico que revela a localização relativa da malha trabecular, a qual está localizada aproximadamente 250-500 μm acima do esporão escleral ao longo da parede do ângulo.[19]

A análise quantitativa é realizada utilizando software específico, como o UBM Pro2000 ou o Zhongshan Angle Assessment Program para Visante OCT.[26] Durante a análise quantitativa semiautomatizada, o examinador precisa apontar a localização exata do esporão escleral e o software fornecerá automaticamente várias medições do ACA (Figura 6). Os parâmetros comumente utilizados incluem a distância da abertura angular (AOD), que é a distância entre a parede do ângulo e a íris, ao longo de uma linha perpendicular à malha trabecular e à córnea, e a área de recesso do ângulo (ARA), que é a área do espaço entre a linha feita a partir da AOD e o ângulo de recesso.[19]
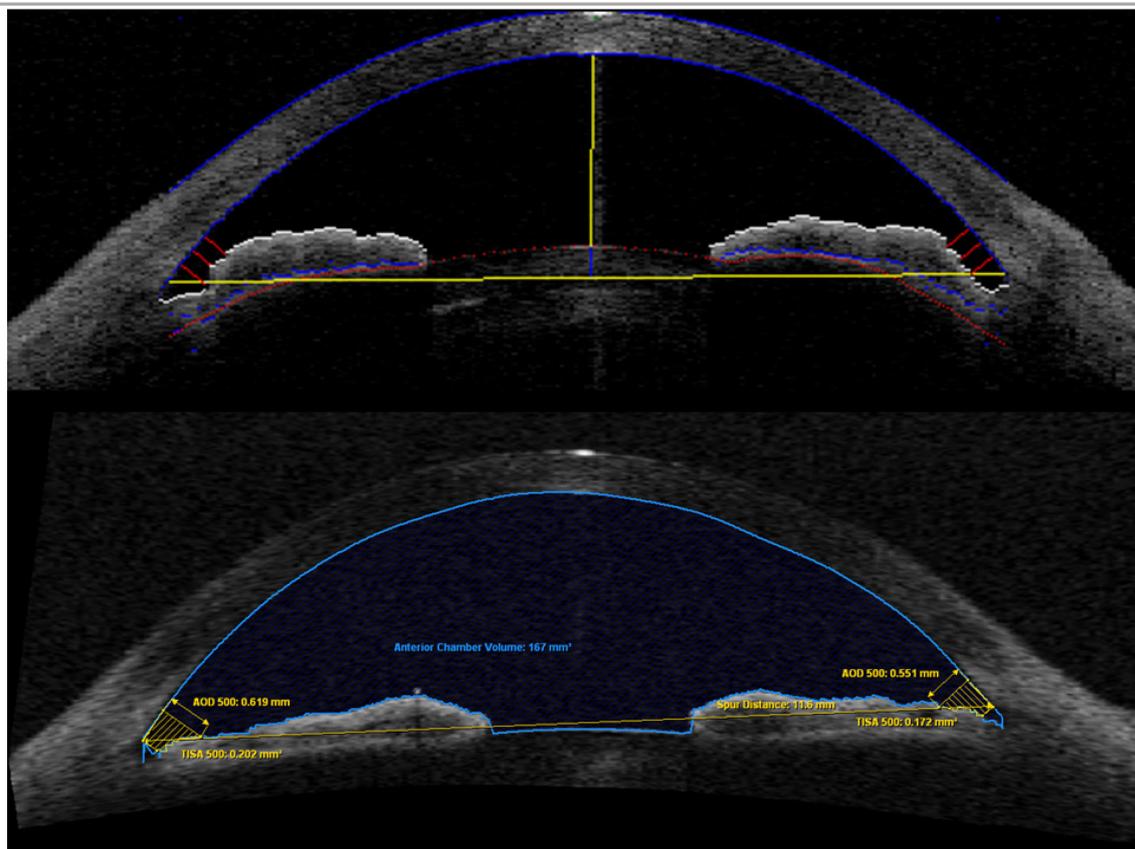
FIGURA 6. Imagem transversal de todo o segmento anterior do olho, captada por tomografia de coerência ótica (OCT); a imagem superior foi obtida usando o Visante OCT e a imagem inferior usando o dispositivo de lâmpada de fenda (SL)-OCT. As linhas coloridas representam as medidas da câmara anterior, avaliadas pelo método semiautomatizado com o Programa de Avaliação de Ângulo Zhongshan e o software específico do SL-OCT.

A AS-OCT e alguns dos novos dispositivos de UBM são capazes de captar imagens de toda a seção transversal do segmento anterior num único quadro de imagem, o que representa um método interessante para avaliar e documentar o perfil da íris e a sua relação com os outros parâmetros anatômicos do olho. Outro parâmetro interessante é o abaulamento do cristalino ou elevação do cristalino, que é uma medida do quanto a superfície anterior do cristalino está localizada anteriormente a uma linha que une os dois esporões. Estudos têm relatado que tanto o abaulamento do cristalino quanto a curvatura da íris foram associados independentemente com o fechamento angular, conforme definido no exame de gonioscopia. No entanto, é importante observar que nenhum destes parâmetros, por si só, deve determinar as decisões do manejo clínico, porque o fechamento angular resulta da combinação de várias características anatômicas de cada olho.

A interpretação de imagens do ACA obtidas por UBM depende também da identificação do esporão escleral, mas nenhum estudo abordou diretamente esta questão. Em um estudo anterior que comparou a UBM com uma versão prototípica de TD AS-OCT, os autores afirmaram que os esporões esclerais foram melhor diferenciados em imagens de AS-OCT, embora nenhuma informação adicional tenha sido dada.[25] No entanto, a capacidade de identificar o esporão escleral em imagens de UBM é altamente dependente da experiência do examinador e, quando as imagens são adequadamente adquiridas, esta estrutura pode ser bem identificada em um número maior de indivíduos com imagens de UBM que com imagens de TD AS-OCT.

Sakata et al.[27] observaram que a localização do esporão escleral não pôde ser identificada em quase 30% das imagens de AS-OCT obtidas usando Visante OCT (TD). Esta dificuldade foi pior em olhos com ângulos estreitos e em imagens dos quadrantes superior e inferior. Em especial, quase 90% das imagens poderiam ainda ser classificadas qualitativamente por especialistas como de glaucoma de ACA aberto ou fechado. No entanto, este problema da determinação da localização do esporão escleral pode dificultar a análise quantitativa de parâmetros do ACA em um número substancial de indivíduos.[27]

Com a evolução da tecnologia, a resolução das imagens obtidas usando FD-OCT tem melhorado muito e permite a identificação de um novo ponto de referência anatômico – a linha de Schwalbe (Figura 7). Esta estrutura pode ser observada em mais de 90% das

imagens.[41] Isto representa uma melhoria relevante, já que agora é possível identificar os limites anterior e posterior da malha trabecular em muitos olhos. A interpretação das análises qualitativas e quantitativas é possível na maioria dos olhos porque um ou ambos os pontos de referência anatômicos — o esporão escleral e/ou a linha de Schwalbe — podem ser usados.
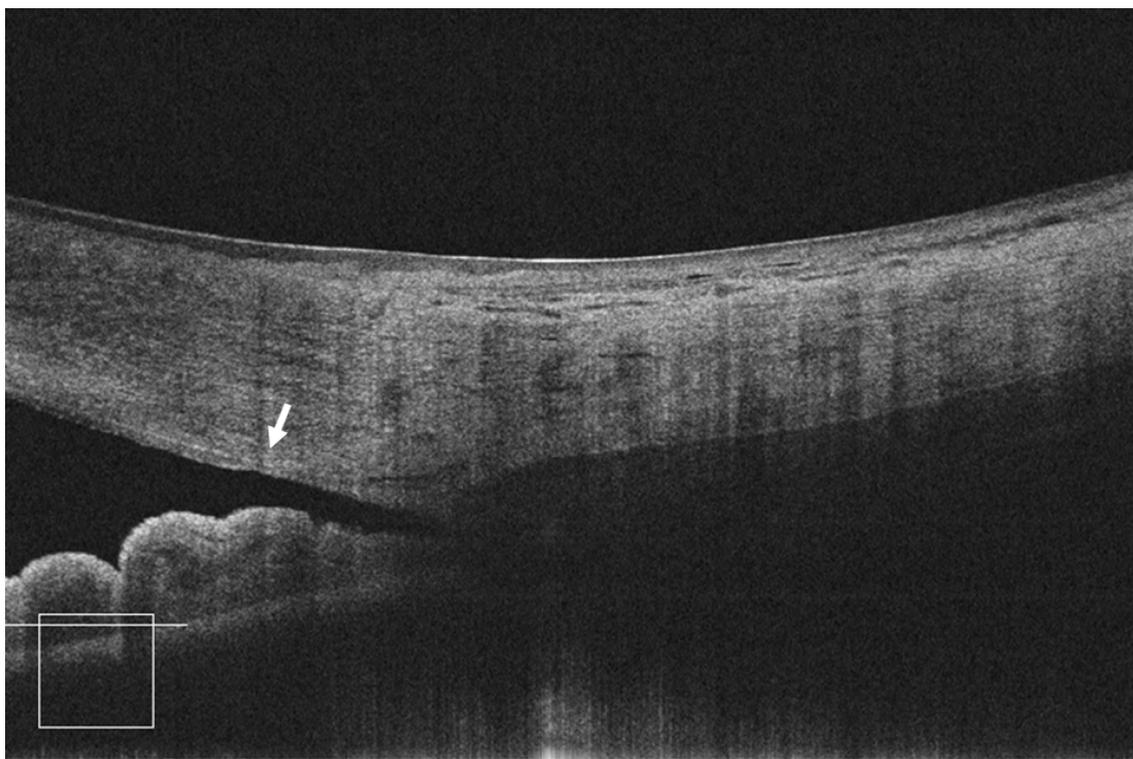
FIGURA 7. Imagem transversal em alta definição de um ângulo, captada por tomografia de coerência ótica, provavelmente captando a membrana de Descemet (linha de Schwalbe – seta branca) e também o canal de Schlemm (Cortesia do Dr. Tin Aung, Instituto de Pesquisas Oculares de Singapura).

Como mencionado anteriormente, todas as imagens adquiridas de AS-OCT têm que ser corrigidas em função do desvio da luz de aquisição ao atravessar o ar, a córnea e o humor aquoso, porque cada meio tem um índice de refração diferente (processo de dewarping).[12] Em especial, as imagens de AS limbo a limbo são corrigidas para essas distorções; entretanto, as imagens em alta resolução obtidas em todos os dispositivos FD-OCT não o são. Esta é a razão pela qual os pacientes têm de mover seus olhares para que as imagens do ângulo sejam captadas, de modo que a luz possa mapear o ângulo na maioria das vezes de forma perpendicular, minimizando as distorções (Figura 2). Como parâmetro simples de controle de qualidade, a região do ângulo deve estar centralizada nas imagens de FD-OCT em alta resolução. As imagens obtidas usando o Casia SS-OCT são submetidas ao processo de dewarping, mas até onde sabemos até o momento, apenas para a distorção decorrente da interface ar-córnea e não para a interface córnea-humor aquoso.

Outro ponto importante é que tanto a UBM quanto a AS-OCT captam imagens transversais do ACA; portanto, algumas peculiaridades devem ser observadas na interpretação de seus resultados. Como estas imagens representam seções radiais congeladas do ângulo de drenagem, elas refletem apenas a morfologia do ACA da região do ângulo captada na imagem, e em alguns casos, esta região pode não ser representativa da morfologia do ACA e de suas porções remanescentes. Tendo isto em vista, a gonioscopia é superior a essas tecnologias, porque o examinador tem uma visão mais ampla do ângulo (quadrante inteiro).

A morfologia e a posição dos processos ciliares observados em imagens de UBM podem variar em aquisições radiais diferentes (através de um processo ciliar típico ou do vale entre os processos ciliares.[28] Pequenas diferenças no local onde as aquisições radiais são geradas podem influenciar na interpretação dos resultados, e talvez seja recomendável que os examinadores obtenham seções radiais que passem através de um processo ciliar típico (o que provavelmente é melhor que a obtenção aleatória de aquisições). Sakata e Malta[29] mostraram que a técnica de aquisição de imagem pode afetar o diagnóstico do mecanismo da íris em platô. Usando o mesmo raciocínio, os olhos com sinéquias anteriores periféricas isoladas podem causar uma confusão semelhante tanto na UBM quanto na AS-

OCT. Uma varredura radial através de uma sinéquia anterior periférica mostraria um ângulo fechado, enquanto outra obtida numa posição imediatamente ao lado (sem sinéquia anterior periférica) poderia mostrar um ângulo mais amplo. Assim, para uma interpretação correta da configuração do ACA, estas limitações inerentes devem ser levadas em consideração, e os achados das imagens devem ser correlacionados com os achados da gonioscopia.

A nova SS AS-OCT permite uma captação de imagem muito mais rápida quando comparada com as tecnologias anteriores, minimizando os artefatos de movimento. O Casia AS-OCT pode adquirir imagens do ACA em 360° em menos de 3 segundos. O software deste dispositivo é ainda capaz de fazer uma reconstrução em 3D da câmara anterior. Outros programas estão sendo desenvolvidos para avaliar a abertura do ângulo em 360° e proporcionar uma visão global da extensão do ângulo fechado. Estas informações rápidas e mais completas sobre o ACA, fornecidas por esta nova tecnologia, são promissoras. Estudos futuros deverão avaliar a sua utilidade na prática clínica rotineira.

Revisão da Literatura

Reprodutibilidade

Estudos anteriores avaliaram a reprodutibilidade das medições do ACA nas imagens de UBM e TD AS-OCT. A variabilidade das medições pode ser influenciada pela variabilidade da aquisição da imagem e também pela análise da imagem, devido à variabilidade na determinação subjetiva de pontos de referência anatômicos, como a localização do esporão escleral. Assim, a variabilidade das medições representa um passo importante no processo de validação de uma nova tecnologia.

Poucos estudos avaliaram a reprodutibilidade na mensuração de parâmetros do ACA utilizando UBM.[30,31] Tais estudos relataram uma boa reprodutibilidade das medições obtidas do segmento anterior através de imagens de UBM; no entanto, eles apenas avaliaram olhos com ACA aberto. A reprodutibilidade das medições do ângulo em olhos com ângulo estreito não foi avaliada e pode não ser tão boa quanto em ângulos abertos. Como a localização do esporão escleral é menos detectável nos olhos de ângulo estreito,[27,32] a variabilidade destas medidas de ângulo provavelmente é mais elevada em tais olhos.

Em relação à reprodutibilidade das medições de parâmetros do ACA usando TD AS-OCT, alguns trabalhos avaliaram versões de protótipo desses dispositivos.[33,34] Mais recentemente, Leung et al.[35] avaliaram a concordância e a reprodutibilidade inter-observador das medições do ângulo obtidas utilizando o Visante e o SL-OCT. Foram obtidas imagens dos ângulos nasais e temporais em 49 olhos de indivíduos normais e saudáveis. O diâmetro da pupila, a AOD, a área do espaço irido-trabecular, e os parâmetros do ângulo irido-trabecular foram mensurados por dois observadores experientes usando um sistema informatizado de análise semiautomatizada, exclusivo para cada instrumento. Esse sistema compreende um programa de computador desenvolvido pelo autor para imagens de Visante OCT e um programa de análise incorporado ao próprio dispositivo de SL-OCT. O estudo observou que ambos os dispositivos de AS-OCT demonstraram boa reprodutibilidade inter-observador para as medições angulares. Entretanto, a maioria dos participantes incluídos no estudo tinha ângulos abertos quando avaliados por gonioscopia, com uma classificação média de Shaffer de 3,71 ± 0,46 para o ângulo nasal e 3,46 ± 0,54 para o ângulo temporal. Como mencionado anteriormente, a reprodutibilidade das medições angulares pode não ser tão boa em olhos de ângulo estreito quanto em olhos de ângulo aberto. Curiosamente, quando os autores compararam os parâmetros do segmento anterior medidos usando o Visante OCT e o SL-OCT, eles encontraram uma fraca concordância entre os dois dispositivos. As diferenças na aquisição de imagem (estado de acomodação, localização exata da aquisição exata, velocidade de aquisição) e processamento de imagem (algoritmos para dewarping da imagem e resolução das aquisições) entre o Visante OCT e o SL-OCT podem ajudar a explicar este achado. Portanto, os médicos devem estar cientes das diferenças potenciais entre as medições de ângulo obtidas com esses dispositivos.[35]

Console et al.[26] avaliaram a reprodutibilidade do Visante OCT, comercialmente disponível, em olhos com o ACA aberto e estreito. Os autores observaram que a reprodutibilidade foi pior em olhos com o ACA estreito e que a determinação da localização do esporão escleral, feita por diferentes examinadores, representou uma fonte importante de variabilidade.[26]

Comparação com gonioscopia

Barkana et al.[36] compararam a concordância entre a gonioscopia e imagens de UBM na detecção do fechamento do ângulo aposicional em 17 olhos com o ACA estreito. Os autores concluíram que houve um alto nível de concordância entre os dois métodos; além disto, eles descobriram que a realização da gonioscopia em uma sala completamente escura é importante para evitar erros de diagnóstico de olhos em risco de fechamento angular. Particularmente, a amostra do estudo foi muito pequena e incluiu pacientes altamente selecionados, apenas com ACA estreito. É possível que o bom nível de concordância entre os métodos não possa ser observado em uma população menos tendenciosa, como em estudos baseados numa determinada população ou comunidade. De fato, até estudos com base hospitalar, como o realizado por Spaeth et al. em 22 pacientes com largura angular variada, detectaram algumas discrepâncias no fechamento do ângulo aposicional entre a gonioscopia e a UBM.[37]

Nolan et al.[38] compararam o desempenho da versão de protótipo do Visante OCT com o da gonioscopia na detecção do ângulo fechado. Os autores observaram que as imagens de AS-OCT por domínio de tempo estavam detectando o ACA mais fechado do que a gonioscopia. Neste estudo, um ACA era classificado como fechado pela gonioscopia se a malha trabecular posterior não pudesse ser vista. Um ACA fechado classificado por AS-OCT foi definido como a presença de qualquer contato anterior ao esporão escleral entre a íris e a parede do ângulo. Assim, Nolan et al. [38] levantaram a hipótese de que a discordância entre estas duas técnicas seria parcialmente explicada pelo fato de que, enquanto a AS-OCT usa luz infravermelha e não requer contato com o olho, a indentação inadvertida e a luz excessiva durante a gonioscopia podem abrir artificialmente o ACA. Os autores afirmaram que, apesar dos esforços para utilizar o mínimo de luz possível e para minimizar o comprimento do feixe de fenda durante a gonioscopia, o segmento anterior e a pupila ainda são expostos a alguma luz durante o exame. Esta pequena quantidade de luz pode ser suficiente para abrir um ângulo que seria fechado no escuro.

Além disto, Nolan et al. [38] também levantaram a hipótese de que os pontos de referência anatômicos considerados nas duas técnicas não seriam os mesmos. Os autores afirmaram que, embora seja possível visualizar pontos de referência como a linha de Schwalbe e a região posterior da malha trabecular usando a gonioscopia, os limites anteriores da malha trabecular são mais difíceis de serem identificados ao se usar a AS-OCT. Como a posição do esporão escleral é mais fácil de ser determinada e a malha trabecular se localiza numa posição anterior a esta estrutura, o fechamento do ângulo na AS-OCT foi definido como a presença de qualquer contato entre a íris e as estruturas angulares anteriores ao esporão escleral. Na gonioscopia, o fechamento de ângulo requer aposição entre a íris e toda a extensão da malha trabecular posterior. Assim, mesmo se houver apenas uma pequena área de contato entre a íris e a parede do ângulo, esses casos são definidos como tendo ângulos fechados nas imagens.[32,38,39]

Sakata et al. [39] confirmaram os achados de Nolan et al. [38] usando o software Visante OCT, comercialmente disponível, em uma amostra de estudo diferente, com gonioscopia e examinadores de imagens de AS-OCT igualmente diferentes. Os autores também observaram que um maior número de casos de ACA fechado foi detectado usando a AS-OCT que com a gonioscopia, principalmente nos quadrantes superior e inferior.

Além disso, até mesmo imagens em alta resolução obtidas utilizando FD-OCT mostraram a mesma tendência de um número maior de casos de ângulo fechado detectados na OCT do que na gonioscopia, como observado em estudos com amostras relativamente pequenas.[41]

Assim, parece que as particularidades dos métodos de cada técnica para a avaliação e a interpretação da configuração do ACA podem ser responsáveis por algumas das discrepâncias entre a gonioscopia e a AS-OCT. Não está claro se a AS-OCT detecta excessivas ocorrências de ângulo fechado ou se o exame, na verdade, detecta olhos nessas condições que a gonioscopia deixa de identificar. Em especial, as taxas de fechamento do ângulo detectadas usando a AS-OCT são muito maiores do que a real prevalência de fechamento angular primário ou de GAF primário, mesmo em asiáticos. No entanto, antes de se tornarem amplamente aceitas na prática clínica, novas tecnologias precisam ser validadas em relação ao padrão existente. Entretanto, as limitações potenciais da técnica-padrão de referência podem afetar a avaliação de novas técnicas. Estudos longitudinais são necessários não apenas para determinar se os olhos classificados como fechados usando a AS-OCT estão realmente em risco de desenvolver GAF, como também se aqueles classificados como fechados usando a AS-OCT irão, de fato, desenvolver a doença.

Comparação com a UBM

Radhakrishnan et al.[25] compararam a concordância em relação à identificação do ACA estreito usando imagens quantitativas de UBM e uma versão de protótipo do Visante OCT. Este estudo avaliou uma pequena amostra com 17 indivíduos normais e 7 indivíduos com o ACA estreito, conforme determinado pela gonioscopia. A avaliação do ACA nas imagens obtidas nos quadrantes nasais e temporais foi realizada quantitativamente, mensurando vários parâmetros do ACA (distância de abertura do ângulo, área do recesso do ângulo, área do espaço irido-trabecular, comprimento do contato irido-trabecular). Os autores observaram que ambos os métodos tiveram capacidade discriminatória semelhante para detectar olhos com o ACA estreito. Ambos os dispositivos forneceram valores médios semelhantes para os vários parâmetros de ACA e quando ocorreu uma diferença significativa (ARA em 500 µm e 750 µm; a área do espaço irido-trabecular em 750 µm), a UBM tendeu a dar medidas menores.

Dada et al.[40] avaliaram 63 indivíduos com olhos normais e observaram uma boa correlação entre as medições de TD AS-OCT e UBM obtidas nos quadrantes nasais e temporais. No entanto, os autores não forneceram os dados da gonioscopia para a amostra do estudo e a comparação entre os dispositivos em olhos com o ACA estreito ainda precisa ser avaliada.

Portanto, apenas poucos estudos compararam a UBM e a AS-OCT, e esses estudos tiveram limitações como amostras de tamanho reduzido e/ou critérios de inclusão/exclusão altamente seletivos e/ou a avaliação de olhos apenas com o ACA aberto. Novos estudos comparando esses métodos são necessários para avaliar se os resultados são intercambiáveis.

CONCLUSÃO

Em resumo, a avaliação do ACA é essencial para o manejo adequado dos pacientes em risco de fechamento angular e para a prevenção da cegueira por GAF. Infelizmente, esta avaliação não é realizada por muitos clínicos, ou então é mal executada. A gonioscopia é o exame-padrão de referência para avaliar a abertura do ângulo. Além disso, a sua capacidade de diferenciar fechamento aposicional de sinequial é essencial para determinar o manejo clínico adequado. Nenhuma outra tecnologia é capaz de fornecer adequadamente esta informação. Assim, melhorar o treinamento em gonioscopia em todo o mundo é a melhor opção e a mais correta; no entanto, esse processo ainda levará tempo e esforços consideráveis.

Enquanto isso, técnicas de imagem podem ser uma ajuda importante para a avaliação clínica do ACA. A documentação do ângulo é uma vantagem destas técnicas sobre a gonioscopia. Além disso, as imagens tornam mais fácil para o paciente compreender o processo da doença. A tecnologia neste campo está evoluindo rapidamente e novos dispositivos podem melhorar consideravelmente a resolução das imagens do segmento anterior.[41] Apesar disso, um relatório de 2013 da Academia Americana de Oftalmologia concluiu que, embora essas tecnologias de imagem forneçam informações úteis para a avaliação do ângulo, nenhuma delas fornece informações suficientes sobre a anatomia do ACA para serem consideradas substitutas da gonioscopia.[42] Estudos prospectivos longitudinais são necessários para determinar o valor relativo dos achados de AS-OCT no manejo de pacientes com fechamento angular. No futuro, esses dispositivos podem demonstrar serem úteis para a detecção de olhos em risco de fechamento angular. Talvez eles possam permitir uma análise discriminatória para identificar não só os olhos em risco, como também aqueles que, na verdade, têm uma grande chance de desenvolver a doença de ângulo fechado e o GAF. Até então, é importante enfatizar que a gonioscopia é um procedimento obrigatório no exame ocular e que o glaucoma não pode ser avaliado, nem o paciente tratado adequadamente sem que este exame seja realizado.

REFERÊNCIAS

1 ▲ Foster PJ, Baasanhu J, Alsbirk PH, Munkhbayar D, Uranchimeg D, Johnson GJ. Glaucoma in Mongolia. A population-based survey in Hovsgol province, northern Mongolia. Arch Ophthalmol 1996;114:1235-41. https://doi.org/10.1001/archopht.1996.01100140435011

2. ▲ Foster PJ, Oen FT, Machin D, et al. The prevalence of glaucoma in Chinese residents of Singapore: a cross-sectional population survey of the Tanjong Pagar district. Arch Ophthalmol 2000;118:1105-11. https://doi.org/10.1001/archopht.118.8.1105

3. ▲ Dandona L, Dandona R, Mandal P, et al. Angle-closure glaucoma in an urban population in southern India. The Andhra Pradesh eye disease study. Ophthalmology 2000;107:1710-6. https://doi.org/10.1016/S0161-6420(00)00274-8

4. ▲ Foster PJ, Johnson GJ. Glaucoma in China: How big is the problem? Br J Ophthalmol 2001;85:1277-1282. https://doi.org/10.1136/bjo.85.11.1277

5. ▲ Quigley HA, Broman AT. The number of people with glaucoma worldwide in 2010 and 2020. Br J Ophthalmol 2006;90:262-7. https://doi.org/10.1136/bjo.2005.081224

6. ▲ Foster PJ. The epidemiology of primary angle closure and associated glaucomatous optic neuropathy. Semin Ophthalmol 2002;17:50-8. https://doi.org/10.1076/soph.17.2.50.14718

7. ▲ Sihota R, Lakshmaiah NC, Walia KB, Sharma S, Pailoor J, Agarwal HC. The trabecular meshwork in acute and chronic angle closure glaucoma. Indian J Ophthalmol 2001;49:255-9. PMid:12930118

8. ▲ Nolan WP, Foster PJ, Devereux JG, Uranchimeg D, Johnson GJ, Baasanhu J. YAG laser iridotomy treatment for primary angle closure in east Asian eyes. Br J Ophthalmol 2000;84:1255-9. https://doi.org/10.1136/bjo.84.11.1255

9. ▲ Foster PJ, Devereux JG, Alsbirk PH, et al. Detection of gonioscopically occludable angles and primary angle closure glaucoma by estimation of limbal chamber depth in Asians: modified grading scheme. Br J Ophthalmol 2000;84:186-92. https://doi.org/10.1136/bjo.84.2.186

10. ▲ Fine IH, Hoffman RS, Packer M. Profile of clear corneal cataract incisions demonstrated by ocular coherence tomography. J Cataract Refract Surg 2007;33:94-7. https://doi.org/10.1016/j.jcrs.2006.09.016

11. ▲ Lai MM, Tang M, Andrade EM, et al. Optical coherence tomography to assess intrastromal corneal ring segment depth in keratoconic eyes. J Cataract Refract Surg 2006;32:1860-5. https://doi.org/10.1016/j.jcrs.2006.05.030

12. ▲ ▲ Goldsmith JA, Li Y, Chalita MR, et al. Anterior chamber width measurement by high-speed optical coherence tomography. Ophthalmology 2005;112:238-44. https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2004.09.019

13. ▲ Baikoff G. Anterior segment OCT and phakic intraocular lenses: a perspective. J Cataract Refract Surg 2006;32:1827-35. https://doi.org/10.1016/j.jcrs.2006.08.025

14. ▲ Singh M, Chew PT, Friedman DS, et al. Imaging of Trabeculectomy Blebs Using Anterior Segment Optical Coherence Tomography. Ophthalmology 2006.

15. ▲ Leung CK, Yick DW, Kwong YY, et al. Analysis of bleb morphology after trabeculectomy with the Visante anterior segment optical coherence tomography. Br J Ophthalmol 2006.

16. ▲ Muller M, Hoerauf H, Geerling G, et al. Filtering bleb evaluation with slit-lamp-adapted 1310-nm optical coherence tomography. Curr Eye Res 2006;31:909-15. https://doi.org/10.1080/02713680600910528

17. ▲ Nolan W. Anterior segment imaging: ultrasound biomicroscopy and anterior segment optical coherence tomography. Curr Opin Ophthalmol 2008;19:115-21. https://doi.org/10.1097/ICU.0b013e3282f40bba

18. ▲ Pavlin CJ. Practical application of ultrasound biomicroscopy. Can J Ophthalmol 1995;30:225-9. PMid:7585316

19. ▲ ▲ ▲ ▲ Pavlin CJ, Foster FS. Ultrasound biomicroscopy of the eye. New York, 1995:1-214. https://doi.org/10.1007/978-1-4612-2470-9

20. ▲ Huang D, Swanson EA, Lin CP, et al. Optical coherence tomography. Science 1991;254:1178-81. https://doi.org/10.1126/science.1957169

21. ▲ van Velthoven ME, Faber DJ, Verbraak FD, van Leeuwen TG, de Smet MD. Recent developments in optical coherence tomography for imaging the retina. Prog Retin Eye Res 2007;26:57-77. https://doi.org/10.1016/j.preteyeres.2006.10.002

22. ▲ Izatt JA, Hee MR, Swanson EA, et al. Micrometer-scale resolution imaging of the anterior eye in vivo with optical coherence tomography. Arch Ophthalmol 1994;112:1584-9. https://doi.org/10.1001/archopht.1994.01090240090031

23. ▲ Hoerauf H, Gordes RS, Scholz C, et al. First experimental and clinical results with transscleral optical coherence tomography. Ophthalmic Surg Lasers 2000;31:218-22. PMid:10847499

24. ▲ Radhakrishnan S, Rollins AM, Roth JE, et al. Real-time optical coherence tomography of the anterior segment at 1310 nm. Arch Ophthalmol 2001;119:1179-85. https://doi.org/10.1001/archopht.119.8.1179

25. ▲ ▲ ▲ Radhakrishnan S, Goldsmith J, Huang D, et al. Comparison of optical coherence tomography and ultrasound biomicroscopy for detection of narrow anterior chamber angles. Arch Ophthalmol 2005;123:1053-9. https://doi.org/10.1001/archopht.123.8.1053

26. ▲ ▲ ▲ Console JW, Sakata LM, Aung T, Friedman DS, He M. Quantitative analysis of anterior segment optical coherence tomography images: the Zhongshan Angle Assessment Program. Br J Ophthalmol 2008;92:1612-6. https://doi.org/10.1136/bjo.2007.129932

27. ▲ ▲ ▲ Sakata LM, Lavanya R, Friedman DS, et al. Assessment of the scleral spur in anterior segment optical coherence tomography images. Arch Ophthalmol 2008;126:181-5. https://doi.org/10.1001/archophthalmol.2007.46

28. ▲ Pavlin CJ, Ritch R, Foster FS. Ultrasound biomicroscopy in plateau iris syndrome. Am J Ophthalmol 1992;113:390-5. https://doi.org/10.1016/S0002-9394(14)76160-4

29. ▲ Sakata LM, Sakata K, Susanna R, Jr., et al. Long ciliary processes with no ciliary sulcus and appositional angle closure assessed by ultrasound biomicroscopy. J Glaucoma 2006;15:371-9. https://doi.org/10.1097/01.ijg.0000212251.72207.19

30. ▲ Tello C, Liebmann J, Potash SD, Cohen H, Ritch R. Measurement of ultrasound biomicroscopy images: intraobserver and interobserver reliability. Invest Ophthalmol Vis Sci 1994;35:3549-52. PMid:8056531

31. ▲ Souza Filho EC, Marigo Fde A, Oliveira C, Cronemberger S, Calixto N. [Intraobserver reproducibility in anterior segment morphometry of normal eyes using ultrasound biomicroscopy (UBM)]. Arq Bras Oftalmol 2005;68:177-83. https://doi.org/10.1590/S0004-27492005000200005

32. ▲ ▲ Nolan W. Anterior segment imaging: identifying the landmarks. Br J Ophthalmol 2008;92:1575-6. https://doi.org/10.1136/bjo.2008.146175

33. ▲ Muller M, Dahmen G, Porksen E, et al. Anterior chamber angle measurement with optical coherence tomography: intraobserver and interobserver variability. J Cataract Refract Surg 2006;32:1803-8. https://doi.org/10.1016/j.jcrs.2006.07.014

34. ▲ Radhakrishnan S, See J, Smith SD, et al. Reproducibility of anterior chamber angle measurements obtained with anterior segment optical coherence tomography. Invest Ophthalmol Vis Sci 2007;48:3683-8. https://doi.org/10.1167/iovs.06-1120

35. ▲ ▲ Leung CK, Li H, Weinreb RN, et al. Anterior chamber angle measurement with anterior segment optical coherence tomography: a comparison between slit lamp OCT and Visante OCT. Invest Ophthalmol Vis Sci 2008;49:3469-74. https://doi.org/10.1167/iovs.07-1477

36. ▲ Barkana Y, Dorairaj SK, Gerber Y, Liebmann JM, Ritch R. Agreement between gonioscopy and ultrasound biomicroscopy in detecting iridotrabecular apposition. Arch Ophthalmol 2007;125:1331-5. https://doi.org/10.1001/archopht.125.10.1331

37. ▲ Spaeth GL, Aruajo S, Azuara A. Comparison of the configuration of the human anterior chamber angle, as determined by the Spaeth gonioscopic grading system and ultrasound biomicroscopy. Trans Am Ophthalmol Soc 1995;93:337-47; discussion 347-51. PMCid:PMC1312064

38. ▲ ▲ ▲ ▲ ▲ Nolan WP, See JL, Chew PT, et al. Detection of primary angle closure using anterior segment optical coherence tomography in Asian eyes. Ophthalmology 2007;114:33-9. https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2006.05.073

39. ▲ ▲ Sakata LM, Lavanya R, Friedman DS, et al. Comparison of gonioscopy and anterior segment ocular coherence tomography in detecting angle closure in different quadrants of the anterior chamber angle. Ophthalmology 2008;115:769-74. https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2007.06.030

40. ▲ Dada T, Sihota R, Gadia R, Aggarwal A, Mandal S, Gupta V. Comparison of anterior segment optical coherence tomography and ultrasound biomicroscopy for assessment of the anterior segment. J Cataract Refract Surg 2007;33:837-40. https://doi.org/10.1016/j.jcrs.2007.01.021

41. ▲ ▲ ▲ Wong HT, Lim MC, Sakata LM, et al. High-definition optical coherence tomography imaging of the iridocorneal angle of the eye. Arch Ophthalmol 2009;127:256-60. https://doi.org/10.1001/archophthalmol.2009.22

42. ▲ Smith SD, Singh K, Lin SC, Chen PP, Chen TC, Francis BA, Jampel HD. Evaluation of the anterior chamber angle in glaucoma: a report by the american academy of ophthalmology. Ophthalmology. 2013 Oct;120(10):1985-97. https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2013.05.034

Lisandro Massanori Sakata

http://orcid.org/0000-0002-0408-506X

http://lattes.cnpq.br/0295900841430454